






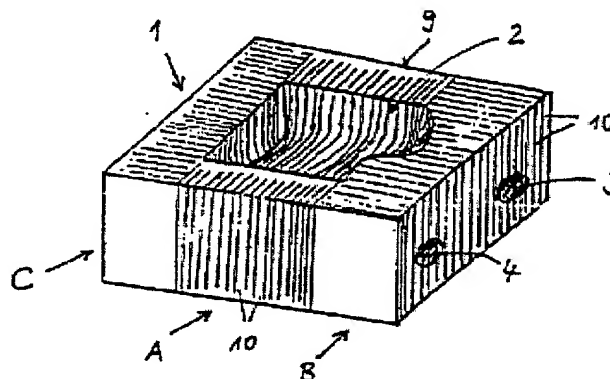


FORM TOOL FOR PRODUCING PARTICLE FOAM MOULDED PARTS**Patent number:** WO03043795**Publication date:** 2003-05-30**Inventor:** LANG EBERHARD (DE); BRUNING JUERGEN (DE);
HOFMANN KNUT (DE); JAHNKE RUEDIGER (DE);
WACKER KAI (DE); ZIEGLER MAIK (DE)**Applicant:** LANG EBERHARD (DE); BRUNING JUERGEN (DE);
HOFMANN KNUT (DE); JAHNKE RUEDIGER (DE);
WACKER KAI (DE); ZIEGLER MAIK (DE); FAGERDALA
DEUTSCHLAND GMBH (DE)**Classification:****- international:** B29C44/58; B29C44/44; B29C33/30**- european:** B29C33/30B2; B29C44/58**Application number:** WO2002EP13014 20021120**Priority number(s):** DE20011056590 20011120**Also published as:** EP1448350 (A1)
 DE10156590 (A1)
 CA2467755 (A1)**Cited documents:** US5031483
 US4206166
 US3596869
 WO8602877**Abstract of WO03043795**

The invention relates to a form tool for producing particle foam moulded parts. Said form tool comprises at least one tool part consisting of a finite number of layers which are parallel to each other, at least in segments, the individual layers having contours such that a pile formed by all of the layers defines at least one part of a form cavity which can be filled with expandable foamed material pearls of a thermoplastic material. The inventive form tool also comprises means for supplying and discharging gaseous and liquid heat transfer media. The aim of the invention is to produce particle foam moulded parts faster and with improved surface quality and to achieve uniform bonding of the foam particles, at the same time reducing the energy amount required to produce the moulded parts. To this end, the layers are arranged, at least in their regions which are adjacent to the form cavity, at a defined distance from each other in such a way that they form channels which are outwardly sealed, but are open inside the tool part for the penetration of the gaseous and liquid heat transfer media.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

FORM TOOL FOR PRODUCING PARTICLE FOAM MOULDED PARTS

Description of **WO03043795**

<Desc/Cims Page number 1>

Formwerkzeug zur Herstellung von Partikelschaumformteilen

Die Erfindung betrifft ein Formwerkzeug zur Herstellung von Partikel- schaumformteilen, mit mindestens einem aus einer endlichen Anzahl von zumindest segmentweise parallel zueinander angeordneten Schichten zusammen- gesetzten Werkzeugteil, bei dem die einzelnen Schichten so konturiert sind, dass ein aus der Gesamtheit aller Schichten gebildeter Stapel mindestens einen Teil eines Formhohlraums definiert, der mit expandierbaren Schaumstoffperlen("beads") eines thermoplastischen Kunststoffs gefüllt werden kann, sowie mit Mitteln zur Zu- und Abführung von gasförmigen und flüssigen Wärmeträgern zu bzw. von den den Formhohlraum umgrenzenden Schichten.

Partikelschaumstoffe sind thermoplastische Schaumkunststoffe, die aus vorexpandierten, noch weiter expandierbaren Schaumstoffteilchen zu Blöcken oder Formteilen zusammengeschweisst sind. Die Formgebung und das Ver- schweissen erfolgen im Dampfstossverfahren in speziell dafür gebauten Formwerk- zeugen.

Die bekannten Formwerkzeuge sind aus gefrästen Aluminiumplatten oder gegossenem Aluminium gefertigt, die nachträglich mit Bohrungen versehen werden, um Düsen einzusetzen, durch welche Heissdampf in den Formhohlraum unter hohem Druck eingeblasen werden kann.

Beads aus expandierbarem Polystyrol (EPS), Polyethylen (EPE) oder Polypropylen (EPP) werden in den Formhohlraum des Werkzeugs eingeblasen und verdichtet. Die beiden in einer Dampfkammer befindlichen Formwerkzeug- hälften und die sich darin befindliche entlüftete Partikelschüttung werden dann durch abwechselnde Beaufschlagung der beiden Dampfkammerhälften mit Heissdampf durchdrungen. Dadurch werden die Partikel zumindest oberflächlich auf eine Temperatur erhitzt, die zum oberflächlichen Verschweissen bzw.

Versintern der Partikel führt (thermische und stoffschlüssige Verbindung).

<Desc/Cims Page number 2>

Danach wird die dem Partikelschaum abgewandte Seite des Formwerkzeugs mit Kühlwasser oder einem anderen Kühlmedium beaufschlagt, wodurch nicht nur das Werkzeug gekühlt wird, sondern auch das entstandene Partikelschaumformteil stabilisiert wird.

Einzelaspekte der Herstellung und Verwendung laminierter Formwerkzeuge sind aus der Patentliteratur bekannt :

So beschreibt die DE-A1-42 17 988 die Herstellung von Prototypen form- gebender Werkzeuge aus übereinandergestapelten dünnen Schichten, aus denen durch Laser-oder Wasserschnitten Konturen herausgeschnitten wurden, deren Gesamtheit die formgebende Oberfläche des herzustellenden Werkzeugs bildet.

Im US-Patent 2 679 172 ist ein Aussenhochdruck-Tiefziehwerkzeug beschrie- ben, dessen Matrize aus horizontal in eine Aufnahme gestapelten kontur- geschnittenen Schichten gebildet wird. Durch Austauschen, Einlegen oder Entfernen einzelner Bereiche dieser Matrize kann schnell und einfach die Geometrie des Formhohlraums, und damit des entstehenden Werkstücks, verändert werden.

In DE-A1-44 09 556 ist ein Biegewerkzeug beschrieben, insbesondere für das Gesenkbiegen von Blechbiegeteilen. Dieses Werkzeug in Form eines Biege- stempels und/oder einer Matrize ist aus einem Paket einzelner Lamellen zusam- mengesetzt, die in Richtung der Biegeachse des Werkzeugs flächig aneinander- gereiht und zu einem Paket zusammengefügt sind.

In dem US-Patent 5 031 483 ist die Herstellung von Tiefziehwerkzeugformen aus konturgeschnittenen dünnen, parallel zur Werkzeugtrennebene angeordneten Schichten beschrieben. Dabei ist das direkte Einbringen von Kühl- oder Temperierkanälen vorgesehen. Ausserdem ist dort die Möglichkeit beschrieben, zwischen einigen ausgesuchten Schichten Abstandhalter anzubringen, um Druckluft oder Vakuum an die Werkstückoberfläche zu bringen. Ein flächiger Eintrag von Medien zum Verschweissen oder Kühlen wird dadurch jedoch nicht ermöglicht. Die Kühlung erfolgt vorwiegend über Wärmeleitung. Die bei der

<Desc/Cims Page number 3>

Herstellung von Partikelschaumformteilen wichtige gleichmässige Entlüftung des Formwerkzeugs während der Befüllung ist nicht gegeben.

Aus der EP-A1-0 908 286 sind Partikelschaumformwerkzeuge bekannt, die in Form zweier Halbschalen mit bedüsten Stegen mit Hilfe der Stereolithographie hergestellt werden. Die Halbschalen werden mit einem temperaturbeständigen Harz hinterfüllt, um dem Werkzeug die erforderliche Stabilität zu verleihen.

Aus der DE-A1-195 00 601 sind Partikelschaumformwerkzeuge aus Silikon bekannt, die durch gleiche Druckführung auf beiden Seiten einer Werkzeughälfte mechanisch stabilisiert werden.

Gemäss DE-A1-33 30 826 und EP-A1-0 720 528 können die optischen Nachteile, die durch Düsenabdrücke auf der Oberfläche von Schaumstoffformkörpern entstehen, durch Verwendung einer flächig feinporösen Werkzeugoberfläche vermieden werden. Dazu werden Formen verwendet, die ganz oder überwiegend aus Sintermetall bestehen.

In der WO 94/09973 wird zur Verminderung des Energieverbrauches der Herstellung von Partikelschaumformteilen eine thermische Isolierung des Formteilwerkzeugs vorgeschlagen, zumal der Energiebedarf zur Verschweissung der Schaumpartikel bei herkömmlichen Verfahren unterhalb von 1 % der für die Formteilherstellung aufzuwendenden Energie liegt. Längere Zykluszeiten, vor allem aber die mangelnde mechanische und thermische Beständigkeit der Isolierschichten beschränken dieses Verfahren jedoch auf Polystyrol-Schaumpartikel, die bei niedrigen Temperaturen und Dampfdrücken verarbeitet werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Formwerkzeug zur Herstellung von Partikelschaumformteilen der eingangs genannten Gattung so weiterzubilden und zu verbessern, dass eine schnellere, computergestützte Herstellung von Partikelschaumformteilen mit guter Oberflächenqualität und gleichmässiger Verschweissung der Schaumpartikel ermöglicht werden und gleichzeitig die erforderliche Dampf- und damit Energiemenge deutlich gesenkt werden kann.

<Desc/Cims Page number 4>

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss bei einem Formwerkzeug der eingangs genannten Gattung dadurch gelöst, dass die Schichten mindestens in ihren dem Formhohlraum benachbarten Bereichen in einem definierten Abstand voneinander unter Bildung von Kanälen angeordnet sind, die nach aussen hin dicht verschlossen sind, aber im Inneren des Werkzeugteils für den Durchtritt der gasförmigen und flüssigen Wärmeträger offen sind.

Die erfindungsgemässe Lösung der genannten Aufgabe wird durch einen schichtförmigen Aufbau erzielt, der durch definierte Abstände aller einzelnen Schichten zueinander eine gleichmässige Zuführung der thermischen Wirkmedien zum Verschweissen der Schaumpartikel bzw. Beads und zum Abkühlen der Schaumstoffpartikel, des daraus gebildeten Formkörpers und des Formwerkzeugs bewirkt, aber auch der schnellen Entlüftung des Werkzeugs beim Befüllen dient.

Als thermische Wirkmedien werden vorzugsweise Heissdampf zum Erhitzen und Wasser zum Kühlen verwendet. Der laminierte Aufbau des erfindungsgemässen Formwerkzeugs führt zu einer homogenen, flächigen, allseitigen Zuführung von Heissdampf und Kühlwasser direkt in den Formhohlraum im Inneren des Werkzeugs und garantiert so eine schnelle Erhitzung und schnelle Abkühlung der Schaumpartikel, was gegenüber der früheren Verwendung separater Dampfkammern nicht nur zu erheblichen

konstruktiven Einsparungen führt, sondern auch zu einem erheblichen Minderverbrauch an Dampf und Energie. Da das erfindungsgemässe Formwerkzeug keine Dampfdufen aufweist, die gleichzeitig einen Teil der Oberfläche des Formhohlraums bilden, können die mit dem erfindungsgemässen Werkzeug hergestellten Partikelschaumformteile keine störenden Dampfdufenabdrücke auf der Oberfläche aufweisen, was zu einer optischen Verbesserung und zu einem homogenen Oberflächenbild der Formteile führt.

Vorzugsweise bestehen die Schichten aus einem gut wärmeleitenden metallischen Werkstoff, und sie werden beispielsweise in Form von dünnen Lamellen oder Blechen hergestellt. Besonders bevorzugt bestehen die Schichten aus Stahlblech, Aluminium oder einer Aluminiumlegierung.

<Desc/Cims Page number 5>

Die Schichten werden aus dem gewünschten Werkstoff vorzugsweise rechnergesteuert ausgeschnitten, so dass die Konturen des herzustellenden Partikelschaumformteils von Anfang an exakt vorgegeben sind, ohne dass es einer späteren Nachbearbeitung der Konturen bedarf. Zum Ausschneiden der Schichten können in der Metallbearbeitung übliche Schneidtechniken angewandt werden, beispielsweise das Laserschneiden oder das Wasserstrahlschneiden. Die Schichten können aber auch nach einem für die Herstellung von Prototypen bekannten, computergesteuerten Verfahren hergestellt werden, beispielsweise durch das "laminated object manufacturing (LOM)-Verfahren".

Bei einer vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemässen Formwerkzeugs weisen die Schichten Durchbrechungen auf, die von massiven Stegen unterteilt und so angeordnet sind, dass in einem aus der Gesamtheit aller Schichten gebildeten Stapel mehrere Kammern gebildet sind, die das Werkzeugteil durchsetzen. Das grosse Volumen dieser Kammern senkt in vorteilhafter Weise die Gesamtmasse des Werkzeugs, begünstigt eine schnelle und wirksame Verteilung der gasförmigen und flüssigen Wärmeträger, worunter vorzugsweise Heissdampf und Kühlwasser zu verstehen sind, und führen zu deutlich geringeren Energieverlusten als die im Stand der Technik benötigten zusätzlichen Dampfkammern, die erfindungsgemäss entfallen können, da die durch die Durchbrechungen der Schichten entstehenden Kavitäten selbst die Funktion einer Dampfkammer und zugleich die Funktion eines Kühlwasserspeichers übernehmen.

Ein besonderer Vorteil des erfindungsgemässen Formwerkzeugs besteht also darin, dass die Konturen der formgeschnittenen Schichten sowohl die formgebende Werkzeugwand als auch Dampfkammer, Medienführung und Abstützung abbilden. Dadurch werden die Werkzeugmasse reduziert, der Energiebedarf und damit die laufenden Betriebskosten vermindert und der Aufbau des Werkzeugs vereinfacht.

Vorzugsweise weist mindestens jede zweite Schicht eines Stapels mindestens einen als Wärmeaustauschfläche wirkenden Fortsatz auf, der in die Durch-

<Desc/Cims Page number 6>

brechungen bzw. Kammern hineinragt. Dies führt zu einem schnelleren Wärmetransport in beiden Richtungen, also zu einer schnelleren Erhitzung, wenn Heissdampf oder ein anderes Heizgas durch die Kammern geleitet wird, und zu einer schnelleren Abkühlung, wenn Wasser oder ein anderes Kühlmedium durch die Kammern strömt.

Vorzugsweise besitzt das erfindungsgemässe Formwerkzeug nur eine einzige Zuleitung und eine einzige Ableitung für die als Heiz- oder Kühlmedium verwendeten Wärmeträger, da die Gesamtkonstruktion für den Durchstrom gasförmiger und flüssiger Wärmeträger gleichermaßen geeignet ist.

Die definierten Abstände zwischen den Schichten werden vorzugsweise durch Zwischenplatten gebildet, die nur an den werkzeugausseren Seiten angebracht sind. Dadurch ergibt sich werkzeugaussenseitig eine nahezu vollständig geschlossene Wandung, während im Inneren parallel verlaufende Kanäle einer definierten Breite für den Durchtritt der Medien offen bleiben.

Alternativ können die Abstände durch ein- oder beidseitige Prägungen, Einfräsungen oder geätzte

Vertiefungen in den Schichten gebildet werden, wobei die Prägungen vorzugsweise als Wellen, Kanäle, Riffelungen oder Noppen in Form von Kegel- oder Pyramidenstümpfen ausgebildet sind. Besonders bevorzugt ist eine regelmässige Verteilung der Prägungen in Form von Noppen oder Wellen, um eine gegenseitige Fixierung bzw. eine parallele Zentrierung der Schichten zu erreichen, was auch durch Stifte, die sich ineinander verzahnen, bewerkstelligt werden kann.

Um das Entweichen der Medien nach aussen und ein direktes Durchströmen der Medien durch die Trennebene zwischen zwei Formhälften hindurch in die jeweils andere Werkzeughälfte zu verhindern, werden die Schichten an den Aussenseiten des Formwerkzeugs dicht miteinander verbunden, und zwar vorzugsweise durchstoffliches Fügen wie Schweißen, Diffusionsschweißen, Verkleben, Verschrauben oder Verlöten. Die Schichten können auch durch

<Desc/Cims Page number 7>

Verlöten mit anderen Dünnschichten, die einen niedrigeren Schmelzpunkt besitzen als sie selbst, verbunden werden.

Die Abdichtung des erfindungsgemässen Formwerkzeugs zum Aussenbereich und zur Trennebene kann durch Einbringen von flüssigen, aushärtenden Stoffen in die äusseren Zwischenräume zwischen den Schichten sowie durch Verkleben, Verschweißen oder Verlöten erfolgen. Dabei kann Lot oder Dichtungsmasse auch schon auf den Einzelschichten aufgetragen sein und erst nach deren Stapelung bzw. Zusammenbau durch Erhitzen zu der gewünschten abdichtenden Wirkung gelangen. Als Dichtungsmassen können hierfür Silikone und aluminiumgefüllte Harze und andere bekannte Dichtmassen verwendet werden. Vorzugsweise kann auch eine vollständige Metallhülle um das Formwerkzeug angebracht werden, die die Kanäle zwischen den Schichten nach aussen druckdicht verschliesst.

Bei einer anderen bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemässen Formwerkzeugs sind mehrere Stapel von parallel angeordneten Schichten mit unterschiedlichen Schichtrichtungen miteinander verbunden. Die parallelen Schichten können unter einem oder mehreren vom rechten Winkel zur Werkzeugtrennebene abweichenden Winkeln verlaufen. Diese Ausführungsformen der Erfindung sind besonders geeignet, um Hinterschnitte in den herzustellenden Partikelschaumformteilen darstellen und die Stufigkeit verringern zu können. Einzelne Stapel, Pakete oder Cluster von miteinander verbundenen Schichten können somit in beliebigen und unterschiedlichen Winkeln zueinander angeordnet werden und in ihrer Gesamtheit mindestens zwei Werkzeugteile bilden, die gemeinsam das Formwerkzeug darstellen.

Bei anderen Ausführungsformen der Erfindung können die Stirnseiten der Schichten, die den Formhohlraum begrenzen, eine strukturierte Oberfläche aufweisen, insbesondere eine geprägte oder geätzte Oberfläche. Die so strukturierte Oberfläche kann beispielsweise quadratische oder runde, erhabene oder vertiefte Querschnitte aufweisen und damit eine Art "Nadelkissen" bilden, welches den Formhohlraum umgrenzt.

<Desc/Cims Page number 8>

Es hat sich überraschenderweise gezeigt, dass die Strukturierung der Oberfläche der Stirnseiten das Reibungsgeräuschverhalten der fertigen Partikelschaumformteile stark beeinflusst. Das unangenehm quietschende Geräusch, das sich bei einer Reibung zwischen zwei Oberflächen von Formteilen aus Partikelschaum, insbesondere aus Polystyrol-Partikelschaum (Styropor®) üblicherweise einstellt, lässt sich durch die beschriebene Oberflächenstrukturierung überraschend wirksam vermeiden, wobei die spezielle Art der Strukturierung von Fall zu Fall empirisch zu ermitteln ist, was insbesondere von der Art des verwendeten expandierbaren Polymers abhängt. Auch die Reinigungsfähigkeit der Oberflächen der hergestellten Partikelschaumformteile lässt sich durch unterschiedliche Strukturierung der Oberfläche gezielt beeinflussen.

Vorzugsweise ist das erfindungsgemässe Formwerkzeug gegenüber einer Werkzeugaufnahme thermisch entkoppelt, um unnötige Energieverluste zu vermeiden.

Die Erfindung wird anhand der Zeichnung weiter erläutert : - Figur 1 ist eine perspektivische Ansicht eines

Werkzeugteils (Formhäfte) einer Ausführungsform eines erfindungsgemässen Formwerkzeugs ; - Figur 2 ist eine Schnittansicht durch eine andere Ausführungsform eines Werkzeugteils eines erfindungsgemässen Formwerkzeugs ; - Figur 3 ist eine perspektivische Teilansicht, teilweise im Schnitt, einer Gruppe von drei durch Prägungen in einem definierten Abstand voneinander fixierten Schichten ; - Figur 4 ist eine Teilansicht (teilweise im Schnitt) einer anderen Gruppe von durch Prägungen gegenseitig festgelegten Schichten ; - Figur 5 ist eine schematische Schnittdarstellung einer Gruppe gegenseitig festgelegter Schichten ; und

<Desc/Cims Page number 9>

- Figur 6 ist eine schematische Schnittdarstellung einer Gruppe von miteinander verlöteten Schichten.

Das erfindungsgemässe Formwerkzeug besteht üblicherweise aus zwei komplementär ausgebildeten Werkzeugteilen 1, die ihrerseits aus einer endlichen Anzahl von segmentweise parallel zueinander angeordneten Schichten 10 zusammengesetzt sind. Bei dem gezeichneten Ausführungsbeispiel bestehen die Schichten 10 aus rechnergesteuert ausgeschnittenen Aluminiumblechen. Aus den Schichten 10 sind drei Stapel A, B, C (Figur 1) mit unterschiedlichen Schichtrichtungen gebildet, wobei die einzelnen Schichten innerhalb der Stapel parallel angeordnet und die Stapel unter Bildung des Werkzeugteils 1 miteinander verbunden sind. Im gezeichneten Ausführungsbeispiel verlaufen alle parallelen Schichten 10 unter einem rechten Winkel zur Werkzeugtrennebene 9.

Die einzelnen Schichten 10 sind so konturiert, dass die aus der Gesamtheit der Schichten 10 gebildeten Stapel A, B, C jeweils einen Teil des Formhohlraums 2 definieren, der mit expandierbaren Schaumstoffperlen eines thermoplastischen Kunststoffs wie z. B. EPS, EPE oder EPP gefüllt werden kann, um daraus nach dem Dampfstossverfahren dem Formhohlraum entsprechende Partikelschaumformteile herzustellen.

Das Werkzeugteil 1 ist mit einer einzigen Zuleitung 3 und einer einzigen Ableitung 4 für gasförmige und flüssige Wärmeträger, insbesondere für Heissdampf und Kühlwasser, versehen, wobei bei der bestimmungsgemässen Verwendung des erfindungsgemässen Formwerkzeugs zunächst zum Verschweissen der Beads Heissdampf und danach zum Abkühlen des entstandenen Formteils und der Form Kühlwasser oder ein anderes geeignetes Kühlmedium auf demselben Wege durch das Werkzeugteil 1 hindurchgeleitet wird.

Die Schichten 10 sind in einem definierten Abstand voneinander unter Bildung von Kanälen 5 (Figuren 3 bis 6) angeordnet, die nach aussen hin dicht verschlossen sind (Figur 1), aber im Inneren des Werkzeugteils 1 für den

<Desc/Cims Page number 10>

Durchtritt der gasförmigen und flüssigen Medien, die als Wärmeträger fungieren, offen sind.

Dadurch wird erreicht, dass die Heiz- und Kühlmedien sehr schnell und über grosse wirksame Flächen direkt zum Formhohlraum 2 geführt werden, so dass ein rascher Energietransport unter verhältnismässig geringen Energieverlusten in beiden Richtungen, sowohl zum Aufheizen wie auch zum Abkühlen, ermöglicht wird.

Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemässen Formwerkzeugs besteht darin, dass die segmentierte Bauweise mit integrierter Zu- und Abführung der Heiz- und Kühlmedien die Gesamtmasse und damit auch den Gesamtenergiebedarf des Werkzeugs senken.

Bei einer anderen bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weisen die Schichten 10 von massiven Stegen 6 unterteilte Durchbrechungen 7 auf (Figur 2), die so angeordnet sind, dass in einem aus der Gesamtheit aller Schichten 10 gebildeten Stapel D mehrere Kammern 8 gebildet sind, die das Werkzeugteil 1 durchsetzen. Diese Ausführungsform besitzt einerseits Kavitäten, die ein ausreichendes Volumen zur schnellen Verteilung der Wirkmedien (Heissdampf und Kühlwasser) gewährleisten und zu einem Wegfall der im Stand der Technik benötigten energetisch ungünstigen

Dampfkammern führen und die Gesamtmasse des Werkzeuges zusätzlich senken. Um das Entweichen der Medien nach aussen und ein direktes Durchströmen durch die Trennebene 9 hindurch in die jeweils andere Werkzeughälfte zu verhindern, sind die Schichten 10 an den Aussenseiten des Werkzeugteils 1 druckdicht miteinander verbunden, beispielsweise durch Verschweissen, Verkleben oder Verlöten.

Die definierten Abstände der Schichten 10 untereinander können auf unterschiedliche Weise erreicht werden. Wenn beispielsweise einseitig geprägte Bleche mit regelmässigen Strukturen als Schichten 10 verwendet werden, beispielsweise solche mit Noppen-, Pyramiden- oder Fischgrätprägung, dann können die formgebenden Schichten 10 unter Berücksichtigung des Prägungs-

<Desc/Cims Page number 11>

rasters so geschnitten werden, dass die Prägungen 11 im Register liegen (Figur 3) und damit formschlüssig gegen Verschieben gesichert sind.

Die Prägungen 12 (Figur 4) können aber auch versetzt zueinander liegen, so dass sich die einzelnen Schichten 10 punkt- oder linienförmig über die gesamte Fläche verteilt berühren und dadurch einen formstabilen Aufbau bis hin zur formgebenden Werkzeugwand bilden.

Ein definierter Abstand zwischen den einzelnen Schichten 10, und damit eine definierte und vorzugsweise konstante Breite der Kanäle 5 zwischen den Schichten 10 wird vorzugsweise durch einen stoffschlüssigen dreidimensionalen porösen Verbund erreicht, wenn die mit Prägungen 11 versehenen Schichten 10 im Register gestapelt werden und an den Berührungspunkten der Prägungen 11 verklebt, verlötet oder diffusionsgeschweisst werden. Vorzugsweise werden vor dem Prägen und vor dem Ausschneiden der Konturen Lotschichten auf die Bleche bzw. Schichten 10 aufgebracht, die nach dem Zusammenbau des Werkzeuges durch eine Wärmebehandlung aufschmelzen und durch Kapillarwirkung an den Berührungspunkten Lotverbindungen 13 schaffen (Figur 6).

Auf diesem Wege können verlötete Stapel von Schichten 10 umgekehrt auch wieder in die einzelnen Schichten getrennt werden und gegebenenfalls gegen anders konturierte Schichten 10 ausgetauscht werden, um Formteile mit anderer Geometrie herstellen zu können.

Die Stirnseiten der Schichten 10, die den Formhohlraum 2 begrenzen, können eine strukturierte Oberfläche aufweisen (in der Zeichnung nicht dargestellt). Die gewünschten Strukturen können dabei geätzt oder bereits beim Beschnitt der Schichten 10 in die Schnittkanten eingebracht werden. Es können auch lösliche Schichten vor dem Ätzen zwischen die Schichten (10) eingebracht werden und nach dem Ätzen ausgewaschen werden.

Die mit dem erfindungsgemässen Formwerkzeug hergestellten Partikelschaumformteile, die vorzugsweise aus expandierbarem Polypropylen (EPP), aber auch aus EPE und EPS hergestellt werden, zeichnen sich durch eine besonders

<Desc/Cims Page number 12>

gleichmässige Verschweissung der Partikel und eine glatte, von Dampfdrücken freie Oberfläche mit geringer Reibungsgeräuschentwicklung aus. Die Herstellung der Formteile wird durch das Formwerkzeug beschleunigt und infolge des geringen Energieverbrauchs verbilligt.

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

FORM TOOL FOR PRODUCING PARTICLE FOAM MOULDED PARTSClaims of **WO03043795**

Patentansprüche 1. Formwerkzeug zur Herstellung von Partikelschaumformteilen, mit mindestens einem aus einer endlichen Anzahl von zumindest segmentweise parallel zueinander angeordneten Schichten (10) zusammengesetzten Werkzeug- teil(1), bei dem die einzelnen Schichten (10) so konturiert sind, dass ein aus der

Gesamtheit aller Schichten (10) gebildeter Stapel (A, B, C) mindestens einen Teil eines Formhohlraums (2) definiert, der mit expandierbaren Schaumstoffperlen ("beads") eines thermoplastischen Kunststoffs gefüllt werden kann, sowie mit Mitteln (3 ; 4) zur Zu- und Abführung von gasförmigen und flüssigen Wärme- trägern zu bzw. von den den Formhohlraum (2) umgrenzenden Schichten(10), dadurch gekennzeichnet, dass die Schichten (10) mindestens in ihren dem Formhohlraum (2) benachbarten Bereichen in einem definierten Abstand voneinander unter Bildung von Kanälen (5) angeordnet sind, die nach aussen hin dicht verschlossen sind, aber im Inneren des Werkzeugteils(1) für den Durchtritt der gasförmigen und flüssigen Wärmeträger offen sind.

2. Formwerkzeug nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Schichten (10) aus einem gut wärmeleitenden metallischen Werkstoff bestehen.

3. Formwerkzeug nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Schichten (10) aus Stahlblech, Aluminium oder einer Aluminiumlegierung bestehen.

4. Formwerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Schichten (10) von massiven Stegen (6) unterteilte Durchbrechungen (7) aufweisen, die so angeordnet sind, dass in einem aus der Gesamtheit aller Schichten (10) gebildeten Stapel (D) mehrere Kammern (8) gebildet sind, die das Werkzeugteil(1) durchsetzen.

5. Formwerkzeug nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens jede zweite Schicht (10) eines Stapels (D) mindestens einen als

<Desc/Cls Page number 14>

Wärmeaustauschfläche wirkenden Fortsatz aufweist, der in die Durchbrechungen (7) bzw. die Kammern (8) hineinragt.

6. Formwerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 5, gekennzeichnet durch eine einzige Zuleitung und eine einzige Ableitung für die Wärmeträger.

7. Formwerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Abstände zwischen den Schichten (10) durch Zwischen- platten, die nur an den werkzeugausseren Seiten angebracht sind, gebildet werden.

8. Formwerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Abstände durch ein-oder beidseitige Prägungen, Einfräsungen oder geätzte Vertiefungen in den Schichten (10) gebildet werden.

9. Formwerkzeug nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Prägungen als Wellen, Kanäle, Riffelungen oder Noppen in Form von Kegel-oder Pyramidenstümpfen ausgebildet sind.

10. Formwerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Schichten (10) durch regelmässige Prägungen in Form von Noppen oder Wellen oder durch Stifte, die sich ineinander verzahnen, fixiert bzw. parallel zentriert sind.

11. Formwerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Schichten (10) untereinander durch stoffliches Fügen wie Schweißen, Diffusionsschweißen, Verkleben, Verschrauben oder Verlöten verbunden sind.

12. Formwerkzeug nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Schichten (10) durch Verlöten mit anderen Dünnschichten verbunden sind, die einen niedrigeren Schmelzpunkt besitzen als die Schichten (10) selbst.

13. Formwerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Stapel (A, B, C) von parallel angeordneten

<Desc/Cims Page number 15>

Schichten (10) mit unterschiedlichen Schichtrichtungen miteinander verbunden sind.

14. Formwerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die parallelen Schichten (10) unter einem oder mehreren vom rechten Winkel zur Werkzeugtrennebene (9) abweichenden Winkeln verlaufen.

15. Formwerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Stirnseiten der Schichten (10), die den Formhohlraum (2) begrenzen, eine strukturierte Oberfläche aufweisen.

16. Formwerkzeug nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Oberfläche der Stirnseiten geprägt oder geätzt ist.

17. Formwerkzeug nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Oberfläche der Stirnseiten quadratische oder runde, erhabene oder vertiefte Querschnitte aufweist.

18. Formwerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 17, gekennzeichnet durch eine Metallhülle, die die Kanäle (5) nach aussen druckdicht verschliesst.

19. Formwerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Kanäle (5) nach aussen durch eine härtbare Dichtmasse, durch Verkleben, Verschweissen oder Verlöten benachbarter Schichten (10) druckdicht verschlossen sind.

20. Formwerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass es gegenüber einer Werkzeugaufnahme thermisch entkoppelt ist.

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

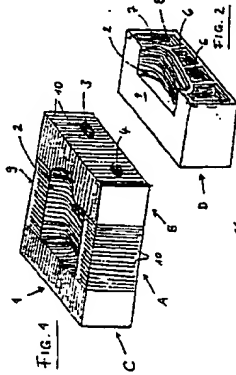


FIG. 2



FIG. 3



FIG. 4



FIG. 5



FIG. 6



FIG. 7



FIG. 8



FIG. 9



FIG. 10



FIG. 11



FIG. 12



FIG. 13



FIG. 14



FIG. 15



FIG. 16



FIG. 17



FIG. 18



FIG. 19



FIG. 20



FIG. 21



FIG. 22



FIG. 23



FIG. 24



FIG. 25



FIG. 26



FIG. 27



FIG. 28



FIG. 29

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
30. Mai 2003 (30.05.2003)

PCT

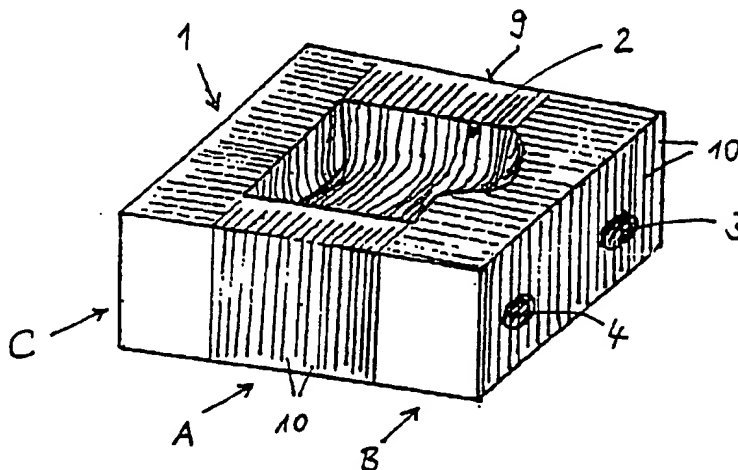
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/043795 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: B29C 44/58, 44/44, 33/30
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP02/13014
- (22) Internationales Anmeldedatum:
20. November 2002 (20.11.2002)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
101 56 590.9 20. November 2001 (20.11.2001) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): FAGERDALA DEUTSCHLAND GMBH [DE/DE]; Herrenhöfer Landstr. 6, 99885 Ohrdruf (DE).
- (72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): LANG, Eberhard [DE/DE]; Tannenweg 10, 74080 Heilbronn (DE). JAHNKE, Rüdiger [DE/DE]; Bürgeraue 18, 99867 Gotha (DE). ZIEGLER, Maik [DE/DE]; Wiesenstrasse 7, 99887 Gräfenhain (DE). BRUNING, Jürgen [DE/DE]; Am Birkenhof 16, 33824 Werther (DE). WACKER, Kai [DE/DE]; Gottfried-Keller-Strasse 10, 71229 Leonberg (DE). HOFMANN, Knut [DE/DE]; Birkenweg 19, 75015 Bretten (DE).
- (74) Anwalt: BUNKE, Holger; Prinz & Partner, Manzingerweg 7, 81241 München (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: FORM TOOL FOR PRODUCING PARTICLE FOAM MOULDED PARTS

(54) Bezeichnung: FORMWERKZEUG ZUR HERSTELLUNG VON PARTIKELSCHAUMFORMTEILEN



(57) Abstract: The invention relates to a form tool for producing particle foam moulded parts. Said form tool comprises at least one tool part consisting of a finite number of layers which are parallel to each other, at least in segments, the individual layers having contours such that a pile formed by all of the layers defines at least one part of a form cavity which can be filled with expandable foamed material pearls of a thermoplastic material. The inventive form tool also comprises means for supplying and discharging gaseous and liquid heat transfer media. The aim of the invention is to produce particle foam moulded parts faster and with improved surface quality and to achieve uniform bonding of the foam particles, at the same time reducing the energy amount required to produce the moulded parts. To this end, the layers are arranged, at least in their regions which are adjacent to the form cavity, at a defined distance from each other in such a way that they form channels which are outwardly sealed, but are open inside the tool part for the penetration of the gaseous and liquid heat transfer media.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 03/043795 A1

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
30. Mai 2003 (30.05.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/043795 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: B29C 44/58, 44/44, 33/30

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP02/13014

(22) Internationales Anmeldedatum:
20. November 2002 (20.11.2002)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
101 56 590.9 20. November 2001 (20.11.2001) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): FAGERDALA DEUTSCHLAND GMBH [DE/DE]; Herrenhöfer Landstr. 6, 99885 Ohrdruf (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): LANG, Eberhard [DE/DE]; Tannenweg 10, 74080 Heilbronn (DE). JAHNKE, Rüdiger [DE/DE]; Bürgeraue 18, 99867 Gotha (DE). ZIEGLER, Maik [DE/DE]; Wiesenstrasse 7, 99887 Gräfenhain (DE). BRUNING, Jürgen [DE/DE]; Am Birkenhof 16, 33824 Werther (DE). WACKER, Kai [DE/DE]; Gottfried-Keller-Strasse 10, 71229 Leonberg (DE). HOFMANN, Knut [DE/DE]; Birkenweg 19, 75015 Bretten (DE).

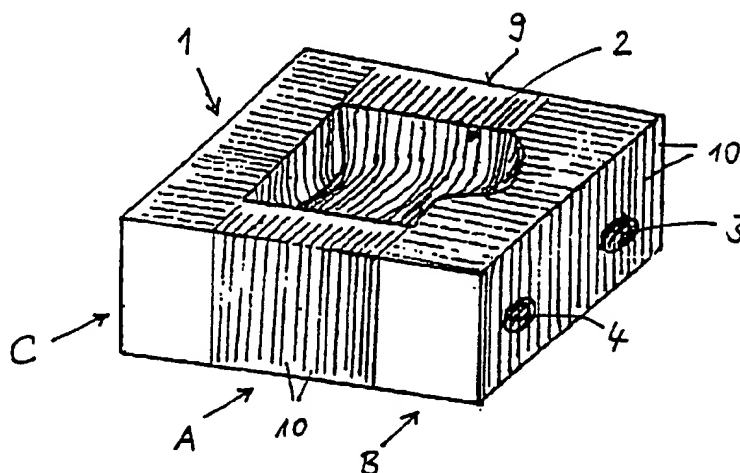
(74) Anwalt: BUNKE, Holger; Prinz & Partner, Manzingerweg 7, 81241 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: FORM TOOL FOR PRODUCING PARTICLE FOAM MOULDED PARTS

(54) Bezeichnung: FORMWERKZEUG ZUR HERSTELLUNG VON PARTIKELSCHAUMFORMTEILEN



(57) Abstract: The invention relates to a form tool for producing particle foam moulded parts. Said form tool comprises at least one tool part consisting of a finite number of layers which are parallel to each other, at least in segments, the individual layers having contours such that a pile formed by all of the layers defines at least one part of a form cavity which can be filled with expandable foamed material pearls of a thermoplastic material. The inventive form tool also comprises means for supplying and discharging gaseous and liquid heat transfer media. The aim of the invention is to produce particle foam moulded parts faster and with improved surface quality and to achieve uniform bonding of the foam particles, at the same time reducing the energy amount required to produce the moulded parts. To this end, the layers are arranged, at least in their regions which are adjacent to the form cavity, at a defined distance from each other in such a way that they form channels which are outwardly sealed, but are open inside the tool part for the penetration of the gaseous and liquid heat transfer media.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 03/043795 A1

FORM TOOL FOR PRODUCING PARTICLE FOAM MOULDED PARTSLegal status (INPADOC) of **WO03043795**

WO F	0213014 W	(Patent of invention)
PRS Date :	2003/05/30	
PRS Code :	AK	
Code Expl.:	+ DESIGNATED STATES	
KD OF CORRESP. PAT.:	A1	
DESIGNATED COUNTR.:	AE AG AL AM AT AU AZ BA BB BG BR BY BZ CA CH CN CO CR CU CZ DE DK DM DZ EC EE ES FI GB GD GE GH GM HR HU ID IL IN IS JP KE KG KP KR KZ LC LK LR LS LT LU LV MA MD MG MK MN MW MX MZ NO NZ OM PH PL PT RO RU SD SE SG SI SK SL TJ TM TN TR TT TZ UA UG US UZ VN YU ZA ZM ZW	
PRS Date :	2003/05/30	
PRS Code :	AL	
Code Expl.:	+ DESIGNATED COUNTRIES FOR REGIONAL PATENTS	
KD OF CORRESP. PAT.:	A1	
DESIGNATED COUNTR.:	GH GM KE LS MW MZ SD SL SZ TZ UG ZM ZW AM AZ BY KG KZ MD RU TJ TM AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR IE IT LU MC NL PT SE SK TR BF BJ CF CG CI CM GA GN GQ GW ML MR NE SN TD TG	
PRS Date :	2003/06/26	
PRS Code :	DFPE	
Code Expl.:	REQUEST FOR PRELIMINARY EXAMINATION FILED PRIOR TO EXPIRATION OF 19TH MONTH FROM PRIORITY DATE	
PRS Date :	2003/07/23	
PRS Code :	121	
Code Expl.:	EP: THE EPO HAS BEEN INFORMED BY WIPO THAT EP WAS DESIGNATED IN THIS APPLICATION	
PRS Date :	2004/05/20	
PRS Code :	ENP	
Code Expl.:	ENTRY INTO THE NATIONAL PHASE IN:	
CC OF CORRESP. PAT.:	JP	
CORRESP. PATENT D.:	2003545455	
KD OF CORRESP. PAT.:	A	

PRS Date : 2004/09/23
PRS Code : REG DE 8642
Code Expl.: - IMPACT ABOLISHED FOR DE - I.E. PCT APPL.
NOT ENT. GERMAN PHASE

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ ~~FADED~~ TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.